

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta stavební**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Brno, 2020**

**Milan Veselý**



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV GEODÉZIE**

INSTITUTE OF GEODESY

**TVORBA ÚČELOVÉ MAPY ČÁSTI ÚDOLÍ POTOKA  
LUBĚ (K. Ú. MALHOSTOVICE)**

SURVEYING AND PRODUCTION OF A SPECIAL MAP OF A PART OF THE LUBA CREEK  
VALLEY (CADASTRAL AREA MALHOSTOVICE)

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Milan Veselý**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.**

**BRNO, 2020**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3646 Geodézie a kartografie
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
<b>Pracoviště</b>	Ústav geodézie

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Milan Veselý
<b>Název</b>	Tvorba účelové mapy části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice)
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2019
<b>Datum odevzdání</b>	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

---

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

Fišer Z., Vondrák J.: Mapování II, CERM Brno, 2004

Bartoněk D.: Počítačová grafika, Brno, 2000

Bartoněk D.: Vybrané kapitoly z počítačové grafiky, Brno, 2002

Anderson J. M., Mikhail E. M.: Surveying, Theory and Practice, WCB McGraw - Hill, 1998

Kahmen H.: Angewandte Geodasie Vermessungs-kunde, Walter de Gruyter and Co., Berlín, 2006

Kalvoda P.: Kurz Moodle GE10 - Mapování I, Ústav geodézie FAST VUT v Brně, 2018

ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy. 2014

ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky. 1989

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

V lokalitě Malhostovice (Cesta v Luzích) vybudujte měřickou síť pro tachymetrické zaměření území. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím bodů státního bodového pole, popř. technologie GNSS. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou. Získaná data zpracujte a na jejich základě vyhotovte tachymetrický plán. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.  
vedoucí bakalářské práce



## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce bylo vyhotovení účelové mapy v měřítku 1:500. Jako lokalita nám bylo zadáno údolí potoka Lubě. Pro podrobné mapování byla použita metoda tachymetrie. Provedené měření bylo připojeno do závazných referenčních systémů S-JTSK a Bpv. Po vypočítání souřadnic podrobných bodů byl vytvořen polohopis a data byla převedena do trojúhelníkové sítě DMT pro znázornění výškopisu. Veškeré práce byly realizované v souladu s normami ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

GNSS, účelová mapa, výškopis, polohopis, TIN, DMT

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor's thesis was to make a purpose map at a scale of 1: 500. The locality of the Luba brook was given as a locality for mapping. The tachymetry method was used for detailed mapping. The performed measurement was connected to the binding reference systems S-JTSK and Bpv. After calculating the coordinates of the detailed points, a topography was created and the data were transferred to a DMT triangular network to represent the elevation. All work was carried out in accordance with standards ČSN 01 3410 and ČSN 01 3411.

## **KEYWORDS**

GNSS, purpose map, elevation, topography, TIN, DMT

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Milan Veselý: *Tvorba účelové mapy části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice)*. Brno, 2020. 39 s., 40 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma bakalářské práce s názvem *Tvorba účelové mapy části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice)* je shodná s listinnou formou.

V Brně dne 10. 2. 2020

---

Milan Veselý  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Tvorba účelové mapy části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice)* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 2. 2020

---

Milan Veselý  
autor práce

## Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph. D. za odborné vedení, konzultace a poskytnuté praktické rady. Také děkuji svému kolegovi Adamu Šancovi za vzájemnou pomoc při terénních pracích.

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>1 Lokalita – její vymezení</b>	<b>3</b>
<b>2 Měřické metody</b>	<b>5</b>
2.1 GNSS . . . . .	5
2.1.1 Metoda RTK . . . . .	7
2.1.2 Souřadnicový systém . . . . .	7
2.2 Tachymetrie . . . . .	7
<b>3 Terénní práce</b>	<b>10</b>
3.1 Technické přístroje a pomůcky . . . . .	10
3.2 Rekognoskace terénu . . . . .	13
3.3 Realizace bodového pole . . . . .	13
3.4 Podrobné měření . . . . .	14
3.5 Kontrolní profil . . . . .	16
<b>4 Kancelářské práce</b>	<b>17</b>
4.1 Výpočetní část . . . . .	17
4.2 Účelová mapa . . . . .	17
4.2.1 Polohopis . . . . .	19
4.2.2 Polyedrický model terénu a TIN . . . . .	20
4.2.3 Výškopis . . . . .	21
4.3 Přehledné náčrty bodového pole a měřické sítě . . . . .	23
4.4 Digitální měřické náčrty . . . . .	24
<b>5 Kontrolní práce</b>	<b>26</b>
5.1 Kontrolní profil . . . . .	26
5.2 Testování přesnosti . . . . .	27
<b>Závěr</b>	<b>28</b>
<b>Seznam použitých obrázků</b>	<b>31</b>
<b>Seznam příloh</b>	<b>32</b>

# Úvod

Cílem této bakalářské práce je vytvořit účelovou mapu části údolí potoka Lubě v katastrálním území (k. ú.) Malhostovice se všemi jejími náležitostmi. Při jejím zpracování budou plně respektovány následující normy: ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy, ČSN 01 3411 – Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky. Účelová mapa bude zpracována v měřítku 1:500.

Textová část bakalářské práce popisuje a objasňuje následující bloky prací a činností:

- podrobný popis cílové lokality,
- informace o použitých metodách měření,
- popis praktické části měření v terénu,
- popis kancelářských prací týkajících se zejména výpočtu naměřených dat, tvorby mapy a otestování přesnosti pomocí kontrolních výškových profilů,
- zhodnocení všech prací a činností.

V praktické části bylo zapotřebí výškově zaměřit část údolí ohraničeného z jedné strany lesní cestou, ze strany druhé obdělávaným polem. Nejdůležitější částí lokality je potok Lubě protékající tímto územím. Měřické práce se uskutečnily v měsíci srpnu roku 2019. Lokalita byla zadána vedoucím bakalářské práce Ing. Jiřím Vondrákem, Ph.D. Zaměření určené oblasti jsme měli zadáno společně s kolegou Adamem Šancou, což bylo také splněno. Zaměřenou oblast jsme si odborným odhadem rozdělili na poloviny. Při měření jsme používali kódování pro následné jednodušší zpracovávání stanoveného úkolu. Při vytváření měřické sítě jsme museli použít metodu GNSS-RTK, a to z důvodu nedostatku bodů státního bodového pole. Po rekognoskaci terénu jsme zvolili měření pomocí metody rajonů, protože se nám v tomto případě zdál zvolený postup jako nejpraktičtější. Podrobné měření realizováno ve 3. třídě přesnosti, podrobné body jsme zaměřovali do čtvercové sítě v základním intervalu cca 5 m a v terénu s větší výškovou rozmanitostí jsme tuto síť zahustili. Měření bylo připojeno k závaznému souřadnicovému systému S-JTSK a závaznému výškovému systému Balt po vyrovnání (Bpv).

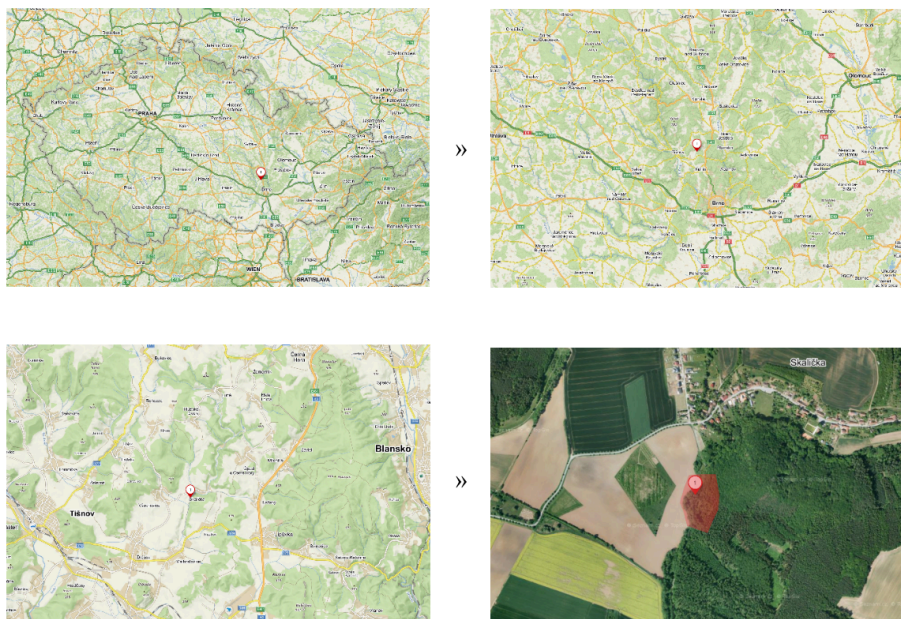
Zpracování naměřených dat bylo provedeno v rámci kancelářských prací. Byl proveden výpočet souřadnic bodů bodového pole a podrobných bodů v programu Groma. Souřad-

nice jsem naimportoval do programu Microstation, kde jsem prováděl kreslení polohopisu. V nástavbě MGEO jsem doplnil výkres o technické šrafy, mapové listy a průřečníky sítě pravoúhlých souřadnic. Ke znázornění výškopisu jsem použil původní českou aplikaci Geostore, konkrétně v nastavení V6\_3D. Tento program byl pro mě úplnou novinkou. Vygeneroval jsem v něm digitální model terénu, ten mi umožnil tvorbu vrstevnic a v rámci kontrolních prací jsem vytvořil kontrolní profil, který jsem využil pro ověření výsledné přesnosti.

Veškeré činnosti zpracované digitálně byly přiloženy k bakalářské práci jako přílohy.

# 1 Lokalita – její vymezení

Lokalita se nachází 25 km severně od Brna u obce Skalička, mezi městy Tišnov a Blansko, v k. ú. Malhostovice (obrázek č. 1.1).



Obrázek 1.1: Lokalizace měřené oblasti [1]

Po příjezdu do Skaličky ve směru od Tišnova je na začátku obce polní cesta stáječící se doprava. Tato cesta je příjezdovou komunikací do naší lokality a vede mezi polem a zatravněnou plochou, zároveň je cyklostezkou s naučnou trasou nesoucí název Cesta medu (obrázek č. 1.2). Dané území je vymezeno následujícími body – severní část je určena křížením potoka Lubě s příjezdovou polní cestou (obrázek č. 1.3), jižní část je vymezena změnou krytu polní cesty z písčitého povrchu na šěrkový kryt. Po přebrodění potoka cesta stoupá a pokračuje hlouběji do lesa, kde se posléze stáčí doprava a vymezuje východní hranici lokality. Západní hranici tvoří rozhraní lesa a pole. Detailní tvar území lze vidět na účelové mapě (viz. Seznam příloh).





*Obrázek 1.2: Příjezdová cesta k lokalitě*



*Obrázek 1.3: Začátek lokality*

## 2 Měřické metody

Po rekognoskaci terénu a konzultaci s vedoucím bakalářské práce jsme se rozhodli použít pro podrobné měření kombinaci měřických metod. Metodou GNSS-RTK jsme vytvořili body bodového pole hlavně na orné půdě, a to z důvodu dostatečného množství navázaných spojení s družicemi. Pro stanovení dalších bodů, které nebylo možné změřit výše uvedenou metodou, jsme zvolili metodu rajonů (polární metoda). Pro podrobné měření bodů jsme použili metodu tachymetrie.

### 2.1 GNSS

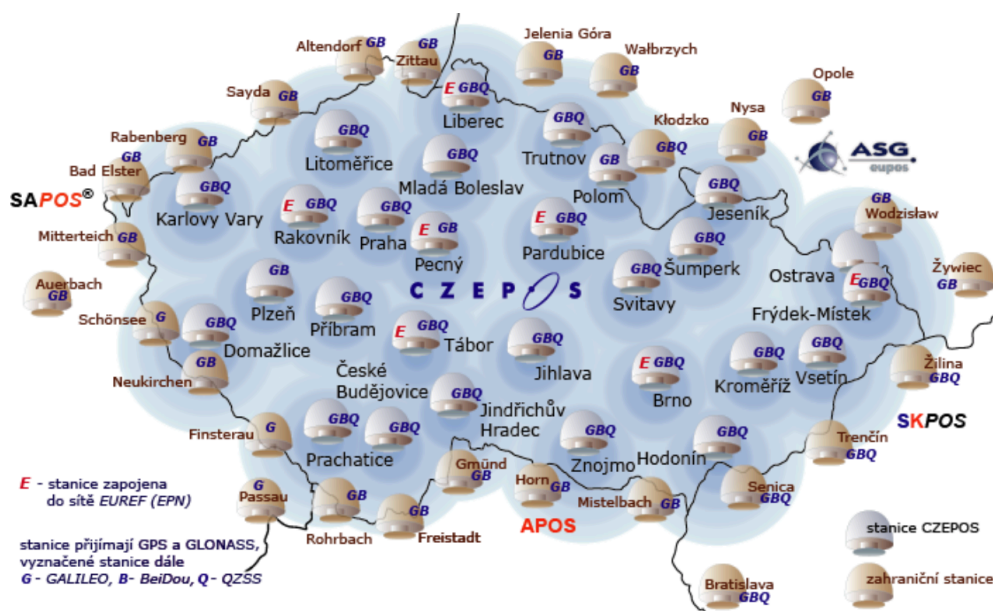
Globální družicový polohový systém (Global Navigation Satellite System – GNSS) je v současné době široké veřejnosti nejvíce znám jako navigace v autě, jež řidiče nejkratší a nejrychlejší cestou navede z bodu A do bodu B. V geodézii se jedná o způsob umožňující na základě odeslaných signálů z družic a jejich přijetí rádiovým vysílačem zjistit polohové a výškové určení bodů s požadovanou přesností.

Prvním systémem je NAVSTAR–GPS vytvořený v 70. letech minulého století armádou USA pro vojenské účely, jako je například navigace lodí, letadel, raket atd. Další systém je GLONASS vyvinut v SSSR, nyní je využíván ruskou armádou. V Evropě je plánován systém GALILEO, ten má být obdobou amerického systému NAVSTAR. Za zmínku také stojí plánovaný čínský systém Beidou–2. Základní strukturu systému GNSS tvoří 3 segmenty:

1. kosmický, nebo-li družicový,
2. kontrolní (řídící),
3. uživatelský – pouze evropský GALILEO je zcela veřejně dostupný, ostatní jsou pouze pro autorizované členy.

Při měření metodou GNSS se musí zvolit takový přijímač, takové měřické postupy a zpracovatelské výpočetní programy, které zaručí dostatečnou přesnost výsledných hodnot. Tyto informace jsou uvedeny v dokumentaci týkající se daného přístroje a výpočetního programu. Při používání GNSS si můžeme zvolit metodu měření v reálném čase (RTK), nebo měření s následným zpracováním (Post processing), kdy může být využita metoda statická, nebo

kinetická. Polohu přijímače určíme za předpokladu, že přijmeme signál alespoň ze čtyř různých družic. Pro další zpracování lze použít pouze měření splňující podmínku, že ambiguity (celočíslná část počtu period nosné vlny) jsou určeny jako celá čísla (u RTK musí obsahovat nejméně pět záznamů). Pro geodetické zpracování se poloha určuje tak, že se *současně musí měřit nejméně dvěma speciálními geodetickými přístroji, alespoň jeden musí být umístěn na bodě o známých souřadnicích a vždy se určuje pouze vektor mezi známým a neznámým bodem, tj. rozdíl souřadnic* [2]. Nejčastěji se body o známých souřadnicích nahradí sítí referenčních stanic, na než se připojíme přes internet. Pro naše měření jsme použili síť CZEPOS Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) (obrázek č. 2.1), která patří do geodetických základů České republiky a je zpoplatněna.



Obrázek 2.1: Rozmístění virtuálních referenčních stanic sítě CZEPOS [3]

Poloha musí být určena minimálně dvakrát, a to nezávisle. Jednou z možností je provést dvakrát měření GNSS a nezávislost zajistit tak, že kontrolní (druhé) měření nebude provedeno ve srovnání s prvním v časovém intervalu (obrázek č. 2.2):

$$\langle k \times n - 1 \mid k \times n + 1 \rangle \text{ hodin, kde}$$

$k$  je počet dní (nezáporná celá čísla)

$n = 23,9333$  hodin (23 hod. 56 minut) pro americký systém GPS-NAVSTAR a

$n = 22,5000$  hodin (22 hod. 30 minut) pro ruský systém GLONASS.

Obrázek 2.2: Interval pro opakované měření GNSS [3]

Další podmínkou je, že hodnota PDOP nebo GDOP nesmí přesáhnout hodnotu 7,0. Druhou možností je ověření za pomoci terestrické (klasické) metody. Veškeré technické požadavky na měření a výpočet bodů určených technologií GNSS jsou uvedeny ve vyhlášce č. 31/1995 Sb., příloha 9.

### 2.1.1 Metoda RTK

Pro naše účely jsem při měření použili metodu RTK. *V základní konfiguraci se měřicí aparatura skládá z přijímače po dobu měření umístěného na bodě o známých souřadnicích, tzv. „base“, a z přijímače, který se pohybuje po určených nebo vytyčovaných bodech, tzv. „rover“.* Base může být nahrazen sítí virtuálních stanic, pak měření probíhá pouze s jedním přijímačem s trvalým připojením na internet k poskytovateli korekcí [2].

### 2.1.2 Souřadnicový systém

Veškeré GNSS se měří ve specifických souřadnicových systémech, například GPS funguje v geocentrickém systému WGS-84. Pro naše účely je však potřebné převést data do systému S-JTSK a Bpv, tudíž musíme naměřená data transformovat dle závazného postupu stanoveného ČUZK. *V současné době programy obsažené v kontroleru přijímače nebo programy pro pracování po měření (pokud jsou zakoupeny v ČR) mívají tuto transformaci vestavěnu* [2].

## 2.2 Tachymetrie

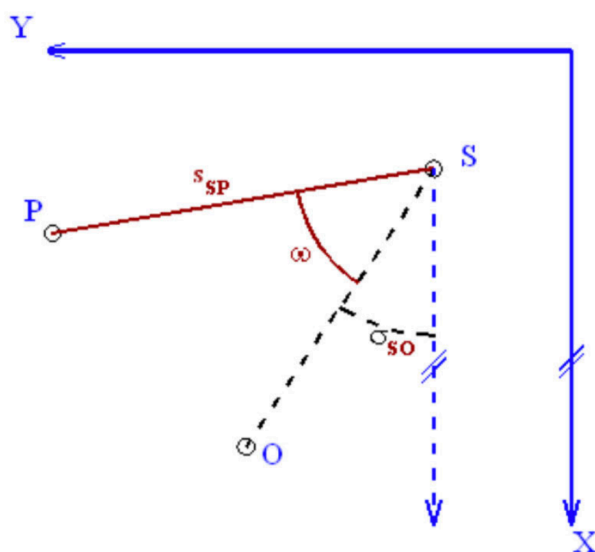
Tento způsob měření je asi nejrozšířenější pro podrobné mapování. S využitím dnešních totálních stanic nemusíme provádět ruční zápis, protože přístroj si ukládá naměřené hodnoty do paměti, z níž může následně vyexportovat záznamy z měření připravené pro další zpracování ve výpočetních programech. Během měření je možné k měřeným bodům přidávat i kódování, které mi usnadní orientaci při zhotovování výsledné účelové mapy. Tato metoda se dá využít dvěma způsoby:

1. pro výpočet souřadnic určeného bodu pomocí polárních souřadnic (obrázek č. 2.3)
2. k trigonometrickému měření výšky (obrázek č. 2.4)

– ad 1) K této části výpočtu potřebuji znát souřadnice výchozího bodu, na němž stojíme s přístrojem, a souřadnice orientačního bodu. Z těchto hodnot si vypočítám směrník a úhel na určovaný bod, dále si změříme šikmou délku na určovaný bod. Výpočet se provádí dle vzorců:

$$X_P = X_S + S_{SP} \cdot \cos(\sigma_{SO} + \omega),$$

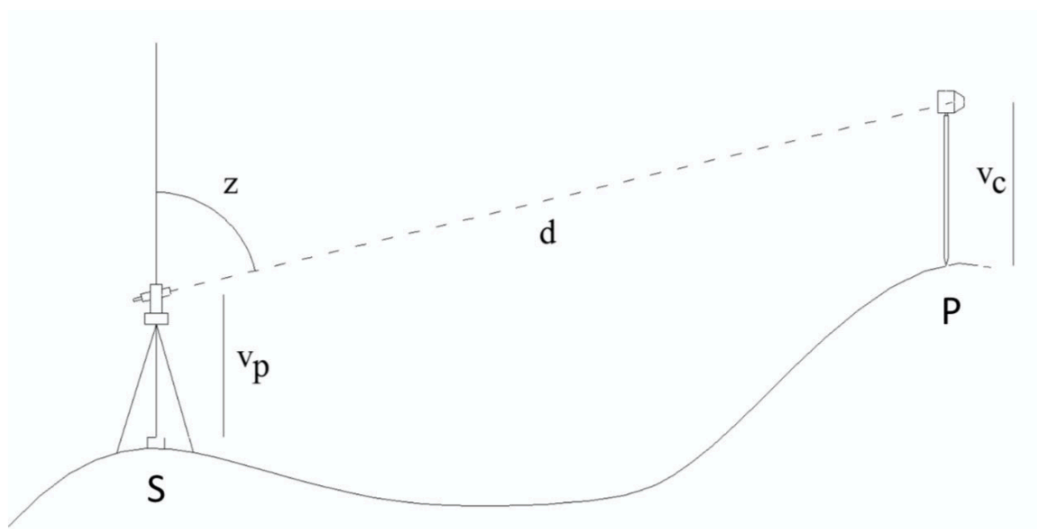
$$Y_P = Y_S + S_{SP} \cdot \sin(\sigma_{SO} + \omega).$$



Obrázek 2.3: Polární metoda [5]

– ad 2) K naměřeným veličinám se musí ještě přidat výška přístroje a výška cíle z důvodu postavení přístroje a cíle nad bodem. Výpočet se provádí dle vzorce:

$$Z_P = Z_S + v_P + d \cdot \cos(z) - v_C$$



Obrázek 2.4: Trigonometrické určení výšky [5]

## 3 Terénní práce

S terénem nás poprvé seznámil vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Vondrák, Ph. D., který nás provedl po lokalitě a stanovil rozsah zájmového území pro bakalářskou práci. Po prozkoumání a běžném zhodnocení lokality jsme nejprve společně stanovili, jaké měřické metody budou pro daný terén nejvhodnější. Po orientační rekognoskaci bylo zřejmé, že jsme na měření nezvolili nejlepší období roku. Měření se totiž realizovalo v měsíci srpnu, tedy v době největšího vzrůstu vegetace, což nám měření z důvodu obtížné viditelnosti dosti komplikovalo.

### 3.1 Technické přístroje a pomůcky

Ze školního skladu jsme si podle stanovených metod měření vybrali měřicí techniku splňující požadavek na přesnost. Vyzvedli jsme si GPS aparát skládající se z antény, ovládací konzole a držáku na konzoli, k němuž je nutná výtyčka. Také jsme potřebovali totální stanici se stativem a výtyčku s odrazným hranolem.

Konkrétní modely přístrojů:

- – totální stanice Trimble M3-DR2 (v. č. DO36441) (obrázek č. 3.1)
- přesnost úhlová  $2''/0,5$  mgon
- přesnost délková  $\pm 2$  mm + 2 ppm



*Obrázek 3.1: Totální stanice Trimble M3-DR2*



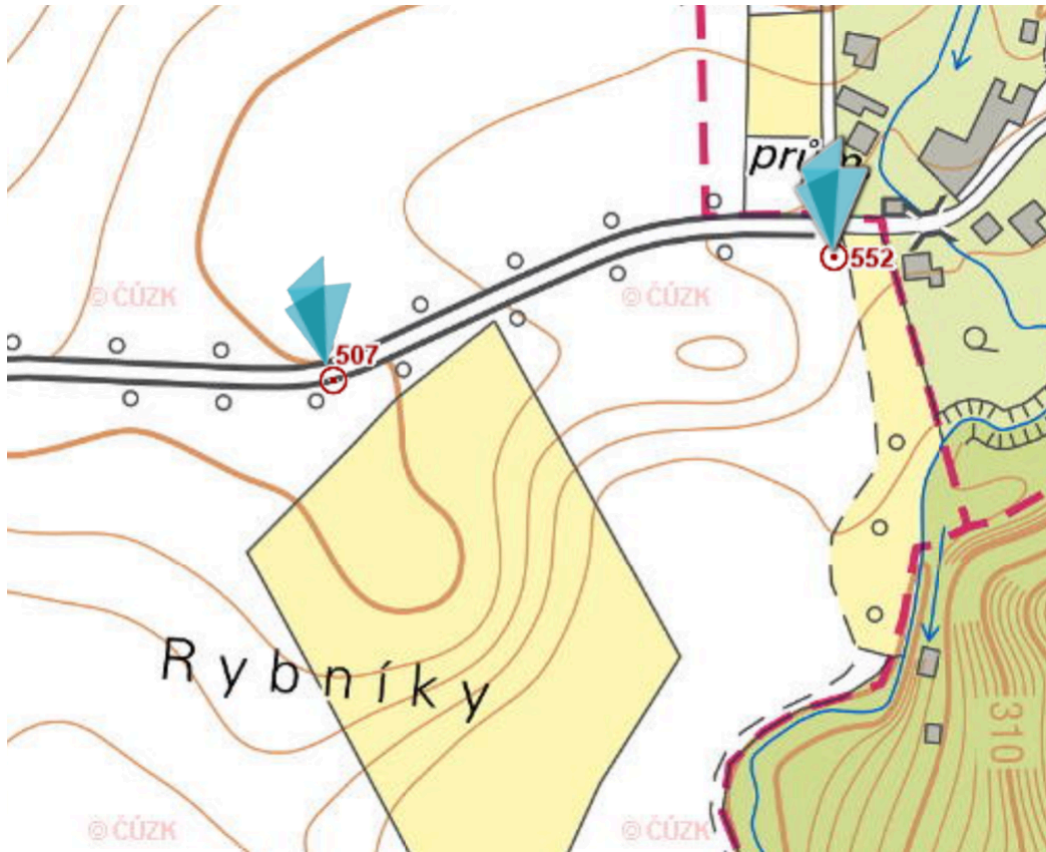
- – přijímač GNSS-RTK Trimble R4 (CCAJ16LP2080T9) (obrázek č. 3.2)
- přesnost polohová 10 mm + 1 ppm RMS
- přesnost výšková 20 mm + 1 ppm RMS



*Obrázek 3.2: Přijímač GNSS-RTK Trimble R4*

## 3.2 Rekognoskace terénu

Před prvním výjezdem do terénu jsme zjistili na webových stránkách ČÚZK, konkrétně jejich službě Geoportál, zda se poblíž naší lokality nenachází body, které bychom mohli využít (obrázek č. 3.3).



Obrázek 3.3: Polohové bodové pole [6]

Při hledání bodů jsme si pomáhali GPS, do níž byly zadány přesné souřadnice těchto bodů (552 a 507). Bod 552 nebyl nalezen a bod 507 se nacházel na jiném místě, než kam nás nasměrovala GPS se zadanými souřadnicemi tohoto bodu. Nebyl použit, protože by mohla být negativně ovlivněna přesnost měření. Bod 507 byl posunut o 11 cm směrem na západ.

## 3.3 Realizace bodového pole

Předběžný průzkum nám ukázal kam umístit body bodového pole, aby z každého bylo vidět alespoň na dvě orientační stanoviště a vedlejší body bodového pole, z nichž budeme vycházet. Pro umístění bodů na poli jsme použili technologii GNSS-RTK popsanou ve třetí kapitole a umístění bodů v lese jsme určili technologií rajonů. Ke stabilizaci jsme použili dřevěné kolíky

s hrotem označené na horním konci červenou barvou. Do čtvercového průřezu horního konce kolíku jsme přibližně v průsečíku uhlopříček zatloukli kovové hřeby.



*Obrázek 3.4: Stabilizace bodu*

Na označené kolíky jsme postavili hrot výtyčky s GPS přijímačem, kovový hrot stál na vrcholku kovového hřebu (v jeho prohlubni) (obrázek č. 3.4). Na střed kovového hřebu jsme následně centrovali také totální stanici na stativu. Taktéž bylo provedeno kontrolní nezávislé měření bodů na poli (zaměřené technologií GNSS) metodou GNSS-RTK. Obě měření byla provedena ve stejný den s dostatečným časovým odstupem v souladu s příl. č. 9 vyhlášky č. 31/1995 Sb., jedná se o vyhlášku ČUZK, kterou se provádí zákon č. 200/1994 sb., o zeměměřičství. Mezi měřickými dny však bylo bodové pole nečekaně zoráno, tudíž jsme museli dosud nepoužité body pro podrobné měření vybudovat znovu. Použití původních bodů by bylo velice riskantní, proto jsme přistoupili k jejich opětovanému vybudování, aby byla zajištěna dostatečná přesnost.

### **3.4 Podrobné měření**

Pro podrobné měření byla použita metoda tachymetrie, a to z důvodu praktičnosti měření podrobné měřické sítě (Obrázek č. 14). Při malé výškové různorodosti terénu jsme se snažili zaměřit pravidelnou čtvercovou síť s rozstupem cca 5 m. Při vysoké výškové rozdílnosti terénu jsme čtvercovou síť zahušťovali podle potřeby, abych při zpracování naměřených dat mohl co nejpřesněji a nejvěrohodněji vykreslit terénní tvary. Nejsložitější částí měření bylo mapování potoka, jelikož se většinou zařezává do terénu, a proto byl přístup na mnoha

místech velice obtížný.

Mapování potoka bylo prováděno systémem zaměření příčných řezů, a to v následujících bodech:

- hrana svahu pravobřežní strany potoka,
- hrana břehu pravobřežní strany potoka,
- hrana břehu levobřežní strany potoka,
- hrana svahu levobřežní strany potoka.

Měření v tomto pořadí se realizovalo na lichých příčných řezech, na sudých bylo v opačném pořadí.

V rámci kancelářských prací nám tento postup umožnil vykreslit potok co nejpřesněji, ovšem na některých místech nebylo možné tuto metodu použít z důvodu špatné přístupnosti k potoku. V těchto případech jsme se snažili co nejvíce přiblížit místu na protilehlém břehu, kde jsme už profil měřili. Jako kontrolu jsme vybrané body (identické body) v terénu dočasně stabilizovali a zaměřili je ze dvou různých stanovisek. Při kancelářských pracích jsem poté porovnával výsledné souřadnice identických bodů určených z různých stanovišť. Hlavní část měření nám trvala čtyři dny (dva víkendy). Naměřené body jsem orientačně spočítal a nahrál do programu Microstation, abych zjistil, zda-li mám dostatečnou hustotu podrobné měřické sítě (PMS). V lokalitě jsme zjistili dvě slepá místa s příliš velkým rozstupem podrobných bodů. Tyto mezery v PMS jsme doplnili dodatečným měřením.



*Obrázek 3.5: Podrobné měření*

### 3.5 Kontrolní profil

Kontrolní profil je řez terénu mezi zvolenými body zaměřený pro kontrolu přesnosti určených polohových a výškových vztahů (např. pro kontrolu vrstevnic) [7]. Je nutné, aby se zaměření kontrolního profilu uskutečnilo nezávisle. U bodů profilu procházejících zalesněnou částí jsme si předem určili souřadnice, ty jsme v terénu vytyčovali. Body ležící na lesní cestě jsme odměřovali krokováním, abychom získali jejich dostatečný počet. *Jelikož rozsah reprezentativního výběru se stanovuje počtem nejméně 100 bodů* [8], proto jsou za sebou tak velmi blízko. Předem určené souřadnic bodů pro vytyčení v terénu byly přednostně umístěny na významné terénní tvary (břeh potoka, hrana svahu atd.). Profil byl následně doplněn dalšími body terénu.

## 4 Kancelářské práce

V této části bakalářské práce budu rozebírat postup prací vykonaných mimo terén. Vysvětlíme si průběh výpočetní části, tvorbu polohopisu a znázornění výškopisu. Nejprve byly staženy z totální stanice záznamy měření a z GPS antény protokol o průměrování souřadnic, poté byly nahrány do počítače. Zkontrolovali jsme zápisníky, jestli v nich něco nechybí a jestli mají správný formát. Případnou editaci jsem provedl v rozhraní textového souboru.

### 4.1 Výpočetní část

Následné kroky byly realizovány v programu Groma v.12, v němž byly provedeny veškeré výpočetní práce ve formátu MAPA 2. Do jednoho zápisníku jsem naimportoval souřadnice bodového pole získané metodou GNSS a do druhého záznam měření z totální stanice. Nyní bylo nutné nastavit Křovákovo zobrazení (obrázek č. 4.1a). *Na základě souřadnic a výšky bodu vypočte měřítkový koeficient pro opravu délek z kartografického zkreslení a pro převod délek do zobrazovací roviny. Tento koeficient si systém uloží a automaticky s ním pracuje až do další změny.* [9] V této fázi jsem použil výpočet pomocí polární metody dávkou (obrázek č. 4.1b). Tato funkce nám vypočítá do nového zápisníku souřadnice (i výšky) na základě naměřených dat v terénu. Poskytne nám přehled o dosažených odchylkách na orientacích a na identických bodech. Celá práce v programu Groma v.12 byla zaznamenávána do výpočetních protokolů, ve kterých jsou nejen výsledné hodnoty, ale také jednotlivé kroky během výpočtu.

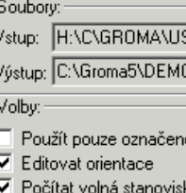
### 4.2 Účelová mapa

Tato mapa musí být vždy zpracována ve velkém měřítku, využívá se hlavně v technické praxi. Kromě základních prvků obsahují také zobrazení dalších objektů mapování pro námi zvolený účel (výškopis) (obrázek č. 4.2). Vytváří se primárně pro podrobné zmapování terénu a objektů nacházejících se na povrchu, pod povrchem nebo nad povrchem. Pro vytvoření naší mapy bylo nutné zvolit metodu přímého měření se standardní třetí třídou přesnosti (ČSN 01 3410). Na měřítku 1:500 vhodném pro účely mapování jsme se předem dohodli s vedoucím bakalářské práce.



The screenshot shows the 'Křovák' software window. It has a teal title bar with the name 'Křovák' and standard window controls. The main area is divided into several sections:

- Pravoúhlé souřadnice:** Contains three input fields for X, Y, and Z coordinates. X is 1044693.532, Y is 741085.870, and Z is 230.113.
- Polární souřadnice:** Contains two input fields. 'Ro' (Range) is 1280856.293 m, and 'Epsilon' is 35.35117000 °.
- Kartografické souřadnice:** Contains two input fields. 'Šířka' (Latitude) is 78.65430808 °, and 'Délka' (Longitude) is 36.07539419 °.
- Měřitkový koeficient:** A section with two checked options: 'Oprava z kartografického zkrselení' and 'Oprava z nadmořské výšky'. To the right of these options are the values 0.999903642418 and 0.999963937409 respectively. Below these is a field for 'Výsledný měřitkový koeficient' with the value 0.999867583303.
- Buttons:** At the bottom right, there are two buttons: 'Nastavit' (Set) and 'Vypočítat' (Calculate).



**Polární metoda dávkou**

Soubory:

Vstup: H:\C\GROMA\USERDATA\GEODIM\ ...

Výstup: C:\Groma5\DEMOMDATA\GEODIM\Jan ...

Volby:

- ☐ Použít pouze označené hodnoty
- ☒ Editovat orientace
- ☒ Počítat volná stanoviště v dávce

Okamžitý stav výpočtu:

Stanovisko: 5001

Bod: 1

Metoda: Polární

Celkový stav výpočtu:

Vypočteno: 1 stanovišek

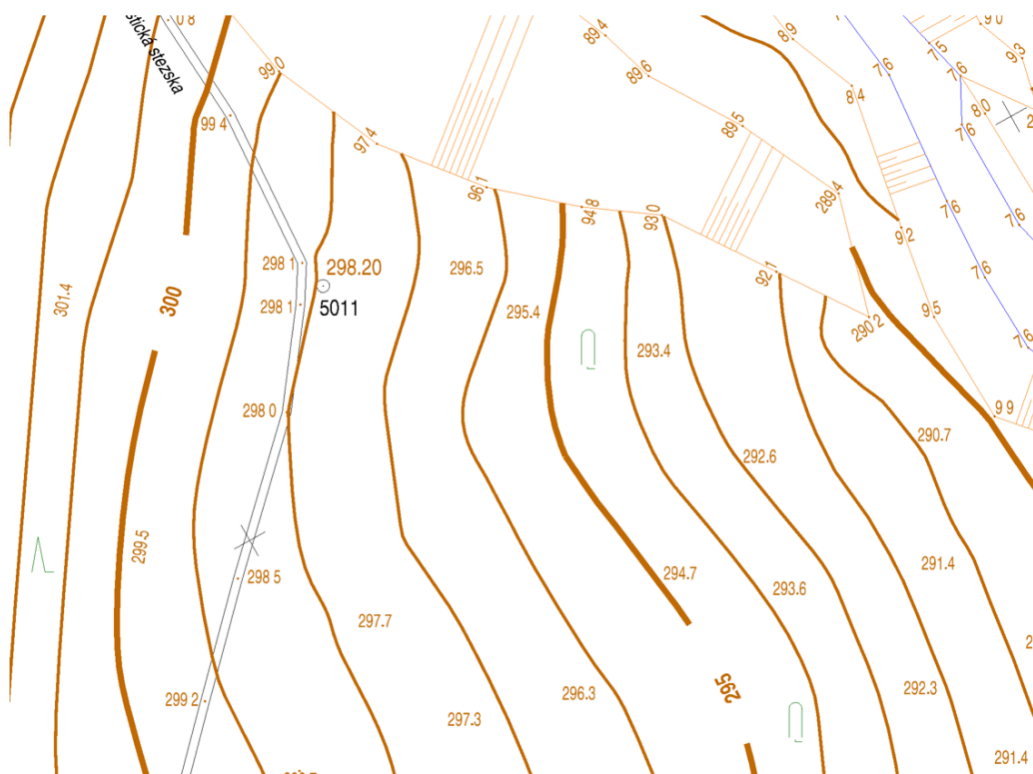
0 podrobných bodů

Nepoužito: 510 měření

Protokol

Vypočet

Obrázek 4.1: Práce v programu Groma



Účelová mapa musí obsahovat:

- průsečíky sítě pravoúhlých souřadnic + směrovou růžici, mapový rám atd.,
- geodetické body,
- polohopis,
- výškopis,
- popis,
- legendu,
- vysvětlivky. [10]

#### 4.2.1 Polohopis

V polohopisu zobrazujeme tvar, polohu, rozměr topografických objektů a jevy závislé na reliéfu, avšak bez zobrazení samotného reliéfu. Pro znázornění polohopisu používáme bodové, liniové a plošné značky.

Prvky znázorněné v polohopisu:

- sídla (města, vesnice, hospodářsky a kulturně důležité objekty ...),
- komunikace (pozemní komunikace, železnice, telekomunikace ...),
- hranice (linie, které od sebe oddělují dva rozdílné celky, např. hranice kultur),
- vodní toky,
- druhy půdy a rostlinného porostu (listnatý/jehličnatý/smíšený les, orná půda ...),
- jiné speciální objekty tematického obsahu mapy. [11]

V naší mapě se vyskytují všechny prvky polohopisu kromě sídel.

Nejprve jsem si vytvořil a nastavil nový výkres v programu Microstation v. 8. Získaná data (seznam souřadnic a výšky) jsem pomocí nadstavby Groma v. 12 naimportoval do výkresu a zkontroloval, jestli tvar bodového pole odpovídá tvaru lokality. Dalším krokem bylo zjistit, zda-li mám dostatečně hustou čtvercovou síť a nejsou-li na mapě nějaká slepá místa. Založil jsem nový výkres, do kterého jsem referenčně připojil výkres s body a v něm jsem prováděl kresbu mapy v měřítku 1:500. Po všech těchto úkonech bylo započato s kreslením mapy. Začal jsem kresbou potoka, nejvýznamnějšího subjektu v lokalitě. Dále



následovalo vytvoření linií cesty, ohraničení prostoru pro šrafy, umístění buněk (listnatý les, orná půda, směrová růžice, ...), vytvoření legendy a vložení tabulky, do níž jsem vyplnil své údaje. Následně jsem tuto zpracovanou mapu nahrál do programu MGEO (rozšíření pro aplikaci Microstation). Poté jsem vygeneroval do výkresu terénní šrafy, mapové listy a průřezy sítě pravoúhlých souřadnic.

#### 4.2.2 Polyedrický model terénu a TIN

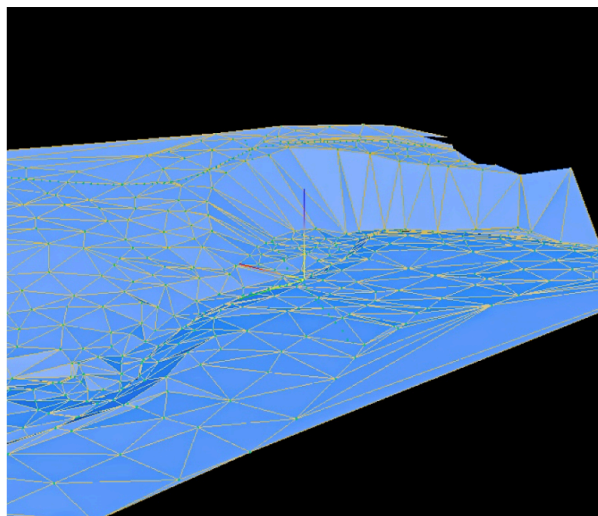
V této kapitole je nutné si definovat, co je to polyedrický model terénu a TIN (Triangulated Irregular Network), teprve pak mohu popisovat tvorbu výškopisu.

V polyedrickém modelu jsou plošky terénu představovány nepravidelnými trojúhelníky, které vzniknou propojením podrobných výškových bodů hranou trojúhelníku. Vedlejší trojúhelníky mají společnou hranu. Spojením všech trojúhelníků nám vznikne nepravidelný mnohostěn, tzv. polyedr (obrázek č. 4.3), jenž se přimyká k terénu. Sít trojúhelníků se vytváří pomocí triangulačních algoritmů.

TIN je vektorový popis polyedrického modelu se zavedením topologických vztahů mezi jednotlivými trojúhelníky. Strukturu TIN-u tvoří tři seznamy:

- seznam souřadnic všech vrcholů trojúhelníků,
- seznam vrcholů každého trojúhelníku,
- informace o sousedních trojúhelnících.

TIN urychluje řadu geometrických i topologických operací nad polyedrickým modelem.  
[12]



Obrázek 4.3: Digitální model terénu




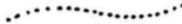

### 4.2.3 Výškopis

Výškopis se vyjadřuje kombinací vrstevnic, technických šraf a výškových kót (obrázek č. 4.4).

Vrstevnice se dělí na:

- základní (základní interval – nejčastěji 1 m),
- zdůrazněné (v celočíselném násobku základního intervalu – nejčastěji v pětinasobku),
- doplňkové (v polovině nebo čtvrtině základního intervalu – pro doplnění velkého rozestupu základních vrstevnic).

Vrstevnice se nekreslí přes vodní plochy a šrafované plochy. Technické šrafy se využívají pro příliš strmá místa, kde tvar terénu nelze vyjádřit vrstevnicemi. Pokud je výškový bod totožný s polohopisným, tak se značka pro podrobný výškový bod (tečka) nekreslí a polohopisný bod se doplní údaji o určité výšce.

Poř. číslo	Předmět	Článek	Značka	Poznámka
9.01	Vrstevnice základní	147 149 153		čára 0.012
9.02	Vrstevnice základní v jednobarevných mapách	150		čára 0.102
9.03	Vrstevnice zdůrazněná	147 149 153		čára 0.014
9.04	Vrstevnice zdůrazněná v jednobarevných mapách	150		čára 0.104
9.05	Vrstevnice doplňkové a) pro polovinu zákl. intervalu b) pro čtvrtinu zákl. intervalu	148		čára 0.062 čára 0.052

Obrázek 4.4: Znázornění výškopisu dle ČSN 01 3411 [14]

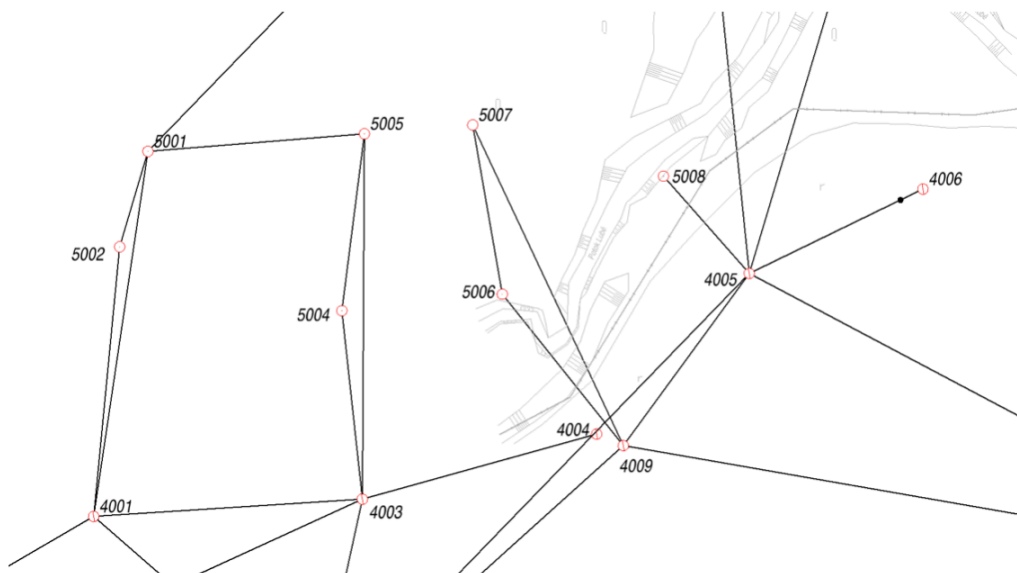
Znázornění výškopisu jsem vytvářel v programu Geostore, konkrétně ve verzi Geostore V6\_3D, do níž byly naimportovány souřadnice podrobných bodů s výškami. Použil jsem soubor s nadefinovanými parametry pro editaci TINu. Referenčně jsem si do výkresu připojil DGN s kresbou polohopisu. Pomocí kreslicího stylu Hrana – L (lomová) jsem ve výkresu vytvořil povinné spojnice (čáry terénní kostry, např. hranu svahu, břeh potoka atd.), které nám zlepšují aproximační vlastnosti modelu. Tyto hrany byly při generování TINu respektovány a body čtvercové sítě byly spojeny do trojúhelníkové sítě (polyedrický model). Geostore nabízí možnost prohlížet si model terénu v pohledu 3D. Tímto způsobem si můžeme model prohlédnout z jakéhokoliv úhlu a zkontrolovat, jestli jsou hrany svahů správně. Následným krokem je vytvoření vrstevnic ve funkci programu Geostore, v níž lze nastavit interval základních vrstevnic, počet intervalů mezi hlavními vrstevnicemi, generování popisu hlavních vrstevnic i vyhlazení vrstevnic. Na základě vyinterpolovaných výšek mezi body trojúhelníkové sítě vrstevnice spojí body stejné výšky.

### 4.3 Přehledné náčrty bodového pole a měřické sítě

Kromě samotné mapy je nutné také vytvořit přehledný náčrt bodového pole a pomocné měřické sítě (obrázek č. 4.5), z důvodu znázornění bodů použitých pro měření. Rozlišujeme metody určení bodu, a to klasickou geodetickou, a nebo technologii GNSS. Nejdůležitějším aspektem přehledných náčrtů je zakres bodů bodových polí včetně jejich čísel (černě) a vyznačení polygonových pořadů s určením jejich počátku a konce značkami (červeně). [13]

Dalšími náležitostmi, jež musí náčrty obsahovat jsou:

- nadpis,
- zakres správních hranic, názvy dotčených a sousedních katastrálních území,
- klad mapových listů,
- legenda,
- měřítko náčrtu,
- datum vyhotovení, jméno a podpis zpracovatele.



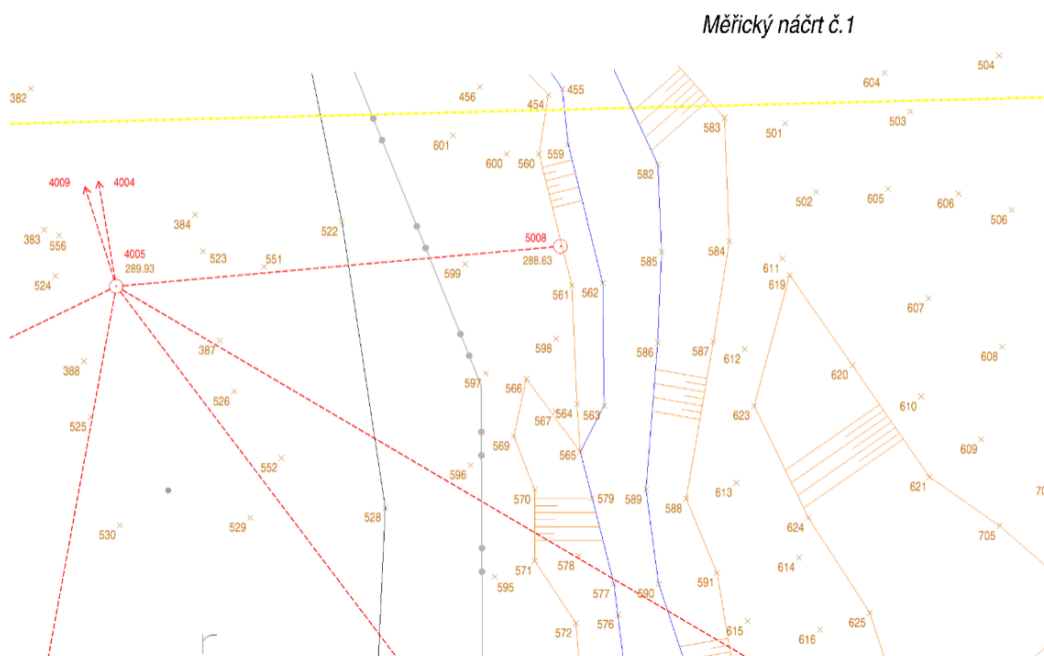
Obrázek 4.5: Přehledný náčrt bodového pole a měřické sítě

## 4.4 Digitální měřické náčrt

Klasické měřické náčrt se dělají v terénu během podrobného měření. Při tomto měření bylo použito kódování pro vytvoření digitální verze měřických náčrtů (obrázek č. 4.6), které mají nespornou výhodu především přehlednosti a čitelnosti.

*Měřický náčrt musí obsahovat:*

- *body bodových polí a pomocné měřické sítě,*
- *podrobné body,*
- *profily,*
- *čáry terénní kostry,*
- *šrafy,*
- *polohopisný obsah,*
- *hranice náčrtů,*
- *popis.* [13]



*Obrázek 4.6: Digitální měřický náčrt*

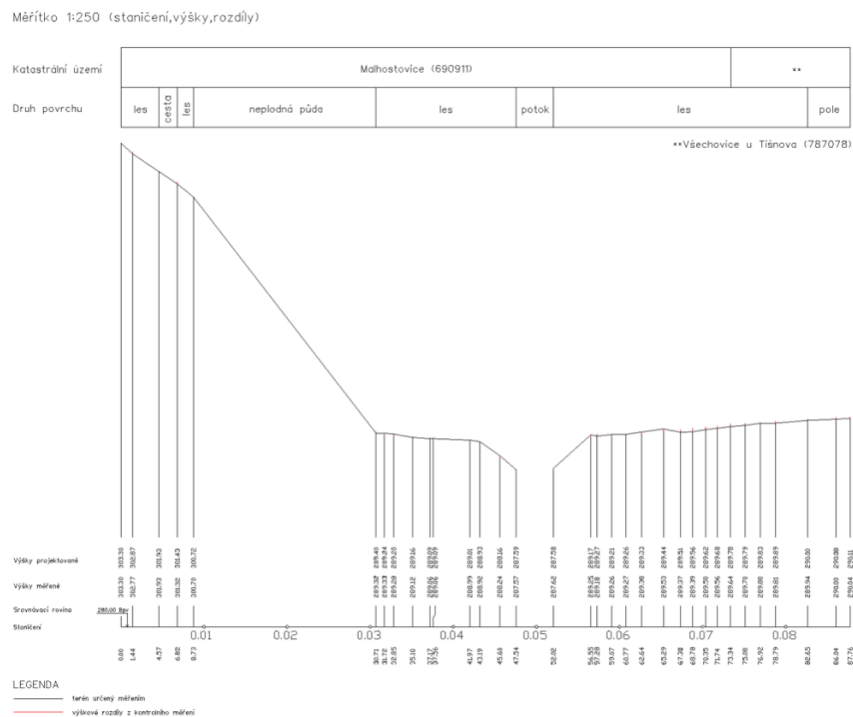
V našem případě nebylo nutné vyhotovit přehled měřických náčrtů, protože jejich počet nepřesahoval číslo tři. Důležité je také barevné vyznačení prvků v měřickém náčrtu. Hnědě se značí výškové prvky určené tachymetrií (podrobné body, hrany, šrafy ...), modře zase výškové prvky určené nivelací (nivelace nebyla použita) a vodní toky, červenou se používá při označení stran polygonových pořadů, v rajonech, při orientaci k severu atd., černá ke kresbě polohopisu, u čísel popisných, inženýrských sítí a ostatních předmětů měření.

## 5 Kontrolní práce

Kontrolní měření je důležité, neboť v jeho rámci se zjišťují hrubé chyby. Rovněž je nutné zkontrolovat měření také jako celek. Výsledná přesnost bodů je dána přesností polohy a výšky použitých bodů geometrického základu, stejně tak i přesností použité technologie měření pro zjištění podrobného bodu. Zda-li bylo při měření dosaženo dostatečné přesnosti se ověřuje testováním výsledků tvorby účelové mapy vzhledem k daným kritériím přesnosti. *Charakteristika přesnosti určení výšek podrobných bodů je stanovena základní směrodatnou odchylkou  $\sigma H$ .* [15] Kontrolní profil byl vybrán jako kontrolní metoda pro testování výšek.

### 5.1 Kontrolní profil

Tvorbu kontrolního profilu jsem popsal v kapitole 3.5. Digitální formu kontrolního profilu (obrázek č. 5.1) jsem vyhotovil při kancelářských pracích v programu Geostore V6 – 3D. Použil jsem funkci pro vytvoření profilu, jenž porovnává výšky digitálního modelu terénu s výškami ve vrcholech linie, a tak se vygeneroval profil s jednotlivými rozdíly.



Obrázek 5.1: Kontrolní profil

Součástí kontrolního profilu jsou:

- měřítko pro staničení,
- výšky a rozdíly,
- druhy povrchů,
- staničení bodů profilů,
- popisná tabulka.

## 5.2 Testování přesnosti

V testování přesnosti jsem se zaměřil na testování výšek podrobných bodů výběru. Vypočetl jsme rozdíl výšek:

$$H = H_m - H_k$$

$\Delta H$  ... rozdíl výšek

$H_m$  ... výška podrobného bodu výškopisu

$H_k$  ... výška stejného bodu z kontrolního měření

Pomocí výběrové směrodatné výškové odchylky [15] jsem testoval, zda bylo dosaženo stanovené přesnosti:

$$S_h = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N H_j^2}$$

$S_h$  ... výběrová směrodatná výšková odchylka

$k$  ... koeficient rovný 2 (jedná se o kontrolní určení se stejnou přesností)

$N$  ... počet bodů výběru

Přesnost výšek je považována za vyhovující, pokud jejich rozdíl vyhovuje kritériu  $|H| \leq 2u_H \cdot \sqrt{k}$ . Musel jsem přijat hypotézu, že výběr výšek přísluší stanovené třídě přesnosti, a tak musí splnit kritérium:

$$S_H \leq \omega_N \cdot u_V$$

$\omega_N$  ... hodnota rovna 1,05

$u_V$  ... koeficient pro výšky určené z vrstevnic, je v dané třídě přesnosti 0,50 m. [10]



## Závěr

Dle zadání bakalářské práce se uskutečnilo zaměření stanovené lokality u obce Skalička pod Paní horou. Metodu rajonů a GNSS jsme použili pro určení bodů bodového pole a tachymetrii pro zaměření podrobných bodů. V rámci kancelářských prací byl proveden výpočet souřadnic podrobných bodů a kontrola splnění geometrických parametrů měření v programu Groma v.12. Kresba polohopisu byla realizována v aplikaci Microstation v. 8, v jeho nástavbě MGEO jsme výkres doplnil o technické šrafy, klad mapových listů a průsečíky sítě pravoúhlých souřadnic. V programu Geostore jsem použil nastavení pro práci ve 3D a z naměřených dat vygeneroval DMT, jenž mně umožnil vytvoření vrstevnic. Pomocí kontrolní metody realizované kontrolním profilem a vytvořené v programu Geostore jsem ověřil přesnost výšek a jejich příslušnost do 3. třídy přesnosti.

Jako textové přílohy jsou k této práci přiloženy protokoly z GPS, záznam o výpočtu polární metody, zpracovaný zápisník měření a seznam souřadnic bodů.

Mezi grafické výstupy patří přehledný náčrt polohového bodového pole a pomocné měřické sítě, měřické náčrty a účelová mapa.

Do přílohy ke kontrolnímu měření jsou zařazeny kontrolní profily, schéma pomocné měřické sítě, schéma kontrolních profilů a testování přesnosti.

V bakalářské práci jsem nejen využil znalosti z bakalářského studia, ale také jsem získal nové poznatky, což považuji za velice pozitivní. Můj přístup byl zodpovědný a pečlivý, chyby, jež se samozřejmě vyskytly, byly všechny opraveny

## Seznam použité literatury

- [1] Mapy.cz [online] .b.r. [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=17.7954631&y=49.5199759&z=14&source=muni&id=150>
- [2] prof. Ing. Martin Štroner, Ph.D., ČVUT [online]. b.r. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: [http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie\\_geoinformatika/vy1/OBS/GNSS\\_obs.pdf](http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/vy1/OBS/GNSS_obs.pdf)
- [3] ČÚZK: Geoportál [online]. b.r. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <http://czeapos.cuzk.cz/>
- [4] KALVODA, Petr. 02-03\_GE11\_Obnova\_KO.pdf. Document Moved. FAST Moodle e-learning [online]. 2016 [cit. 2020-03-08] Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/enrol/index.php?id=353>
- [5] ČVUT [online]. b.r. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: [http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GEY2/pred\\_5\\_Metrologie\\_Ucelove\\_mapovani.pdf](http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GEY2/pred_5_Metrologie_Ucelove_mapovani.pdf)
- [6] ČÚZK: Geoportál - Geoprohlížeč [online]. b.r. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=503>
- [7] VUGTK [online]. b.r. [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: [https://www.vugtk.cz/slovník/5147\\_kontrolni-profil](https://www.vugtk.cz/slovník/5147_kontrolni-profil)
- [8] KALVODA, Petr. 08\_GE10\_Základní\_a\_Účelové-mapy\_II.pdf. Document Moved. FAST Moodle e-learning [online]. 2016 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [9] GROMA [online]. b.r. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/>
- [10] KALVODA, Petr. 07\_GE10\_Základní\_a\_Účelové-mapy\_I.pdf. Document Moved. FAST Moodle e-learning [online]. 2016 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [11] Mendelova univerzita v Brně [online]. b.r. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=60001](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=60001)
- [12] KALVODA, Petr. 09\_GE10\_DMT.pdf. Document Moved. FAST Moodle e-learning [online]. 2016 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>

- [13] KALVODA, Petr. 03\_GE10\_Měřický\_náčrt.pdf. Document Moved. FAST Moodle e-learning [online]. 2016 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [14] ČSN 01 3411 – Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2014
- [15] ČSN 01 3410 – Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2014

## Seznam použitých obrázků

- Obrázek 1.1 – Lokalizace měřené oblasti [1]
- Obrázek 1.2 – Příjezdová cesta k lokalitě
- Obrázek 1.3 – Začátek lokality
- Obrázek 2.1 – Rozmístění virtuálních referenčních stanic sítě CZEPOS [3]
- Obrázek 2.2 – Interval pro opakované měření GNSS [4]
- Obrázek 2.3 – Polární metoda [5]
- Obrázek 2.4 – Trigonometrické určení výšky [5]
- Obrázek 3.1 – Totální stanice Trimble M3-DR2
- Obrázek 3.2 – Přijímač GNSS-RTK Trimble R4
- Obrázek 3.3 – Polohové bodové pole [6]
- Obrázek 3.4 – Stabilizace bodu
- Obrázek 3.5 – Podrobné měření
- Obrázek 4.1a – Křovákovo zobrazení [9]
- Obrázek 4.1b – Polární metoda dávkou [9]
- Obrázek 4.2 – Účelová mapa
- Obrázek 4.3 – Digitální model terénu
- Obrázek 4.4 – Znázornění výškopisu dle ČSN 01 3411 [14]
- Obrázek 4.5 – Přehledný náčrt bodového pole a měřické sítě
- Obrázek 4.6 – Digitální měřický náčrt
- Obrázek 5.1 – Kontrolní profil

# Seznam příloh

## 1. Tachymetrie

1. Technická zpráva
2. Protokol o určení bodů technologií GNSS
  - 2.1. 01.08.2019
  - 2.2. 15.08.2019
3. Přehledné náčrty
  - 3.1. Adjustované měřické náčrty
  - 3.2. Přehledný náčrt bodového pole a pomocné měřické sítě
4. Zápisník podrobného měření v digitální formě
5. Výpočetní protokol v digitální formě
6. Seznamy souřadnic a výšek nově určených bodů
  - 6.1. Pomocné měřické sítě
  - 6.2. Podrobných bodů
7. Účelová mapa 1:500
  - 7.1. Podrobné body

## 2. Kontrolní profil

1. Protokol o určení bodů technologií GNSS
2. Přehledné náčrty
  - 2.1. Přehledný náčrt bodového pole a pomocné měřické sítě kontrolních profilů
  - 2.2. Přehledný náčrt kontrolních profilů
3. Zápisníky podrobného měření v digitální formě
4. Výpočetní protokoly v digitální formě

- 5. Seznamy souřadnic a výšek nově určených bodů
  - 5.1. Profilu 1
  - 5.2. Profilu 2
  - 5.3. Pomocné měřické sítě
- 6. Testování polohové a výškové přesnosti
- 7. Kontrolní profily